

---

# Hadron Physics at RHIC/PHENIX

---

Hiroaki Ohnishi  
BNL

# なにを目指すのか？

## 高エネルギー重イオン衝突における粒子生成過程の探索

重イオン衝突 QGP (?) 化学フリーズアウト(?) 熱的フリーズアウト

## PHENIXで何が出来るのだろうか？

### 化学フリーズアウト(?)状態の探求

- $K/p$ 、 $K/\pi$ 比から化学フリーズアウトパラメータを求める。
  - 疑問 (大西のささやき): PHENIX Central Arm は  $|\eta| < 0.35$  しかない。CERN/NA49は言っています。Kaonと  $\pi$  のラピディティー分布の幅は違う。中心ピディティーで見積もった化学フリーズアウトパラメータはどれくらい信用できるのだろうか。
  - PHENIXではマルチストレンジバリオンは見えないしなあ。

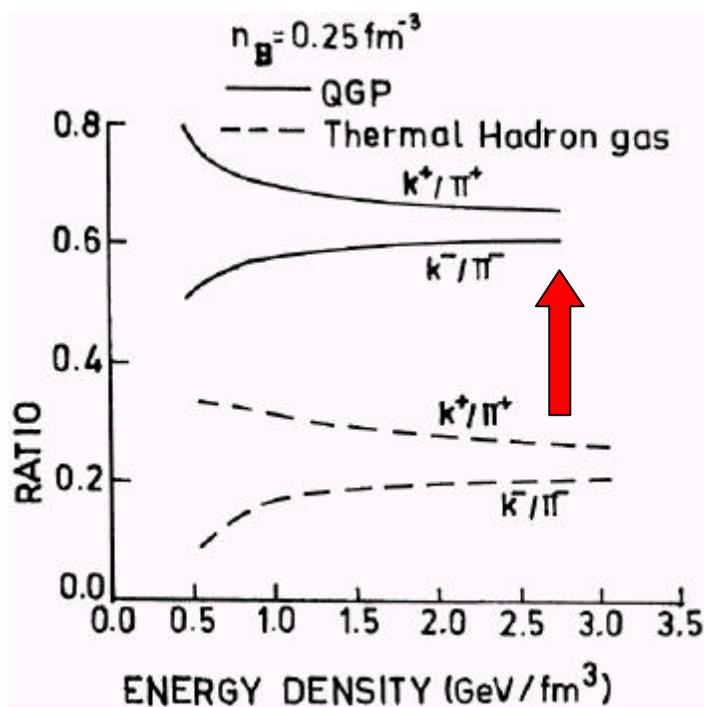
### 熱的フリーズアウト状態の探求

- $K/p$  の一粒子分布からフリーズアウト温度、横方向フロー速度の決定。
- 同種粒子を用いた粒子生成源の大きさの決定 (HBT)。  
(得に  $K^+ K^+$  ,  $K^- K^-$  の比較、 $pp$   $\overline{pp}$ の比較などは面白そう)

# ハドロン測定でQGPの存否に対する答えがだせるか？

困った事にわれわれの見ようとしているハドロンたち ( $K/p$ ) がQGPによってどう変化するかと言う問いに答えてくれている理論屋さんはいくらもいない、がたまにはいる。

Unique signatures for QGP in strangeness sector  
( PLB 421(1998) 363- ) V.K. Tiwari and C.P. Singh



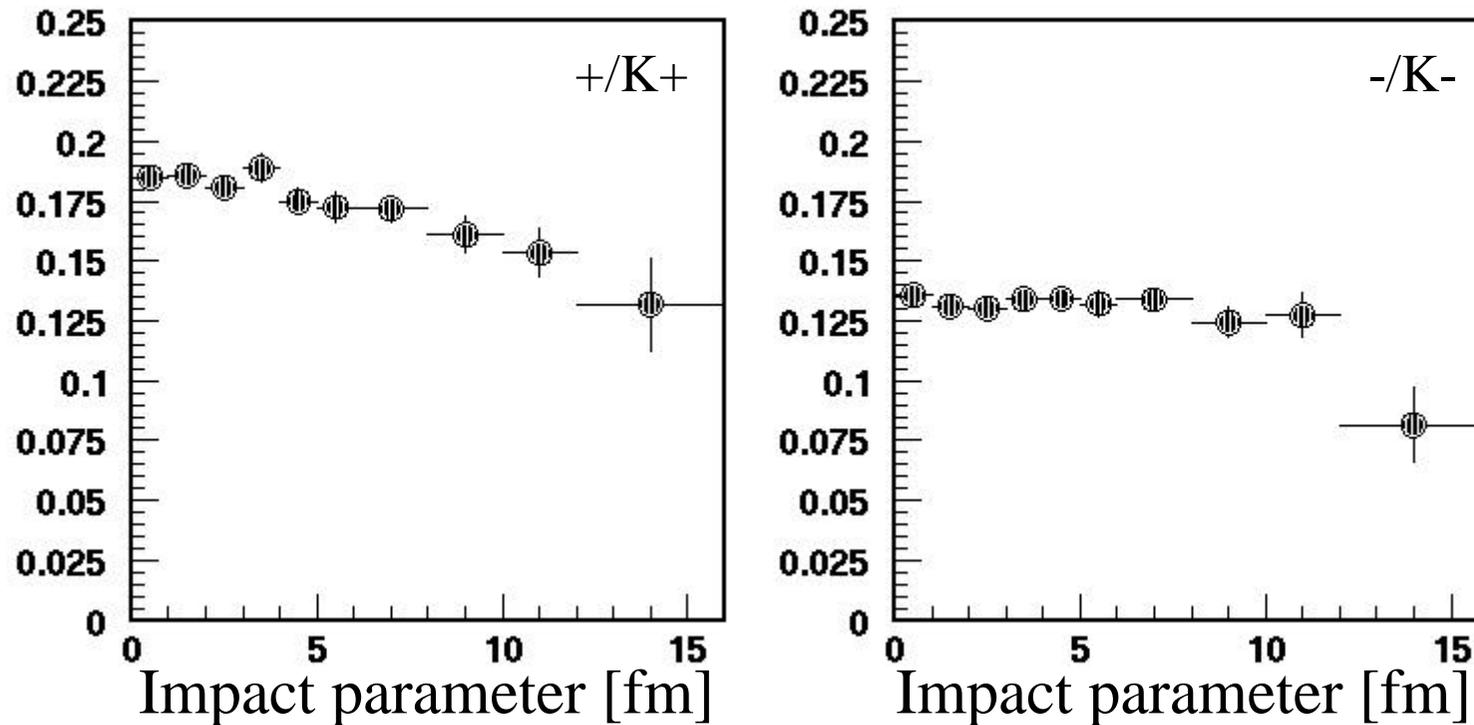
ハドロンガスだけ、“QGPが初期に存在した”によって  $K$ 比に“とび”が見える (と言っている) (少なくともCERNではこのような事は見えなかったなあ、と思うとこの予言はだめですね。)

どうも重要な事はある物理量のsystematic studyにあるということであろう。

$K$  ratioで言うと  
Centrality 依存性、Pt 依存性  
もしかするとHBT半径依存性などが面白いかも。  
(得にPHENIXの場合、HBT半径も  $K$  ratioも同時に測っているわけですから。)

# カスケードコード“JAM”が予想するRHICの物理

/K ratioのcentrality 依存性 ( in PHENIX acceptance )



+/K+ は peripheral-central へむけてなだらかに増加。

-/K- は peripheral-central でほぼ一定値。



本当かうそかはあと半年でわかる。

# 戦略

---

Tracking をさわらずしてハドロン物理はできない。  
(100%、 “Trackingは動いている ”と信じている人は別ですけど)

Tracking を理解する。

Tracking efficiency を求め、Jeffなどの結果と比べる。

Acceptance correction factor を求める。

Analysis tool の整備を行う。

**PD ソフトウェア-の開発。**

TaskForceのための仕事。

今日のトークからは切り離します。

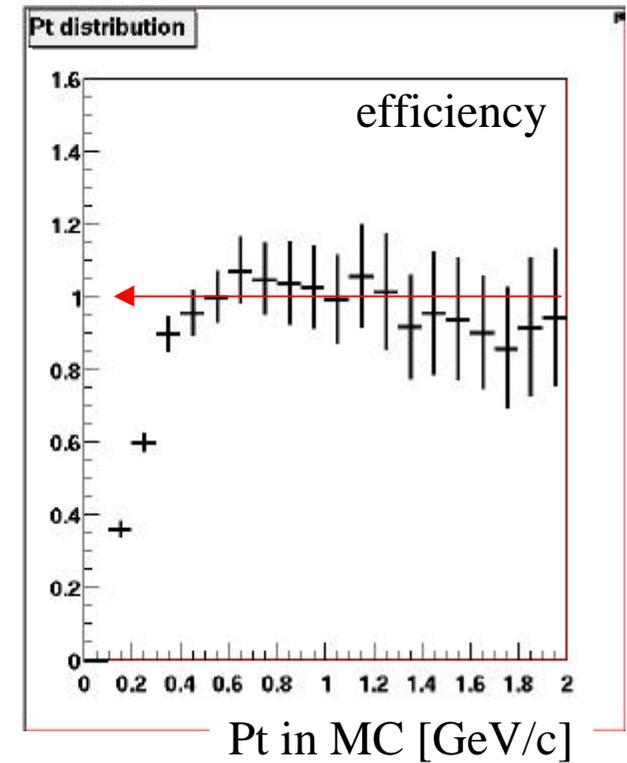
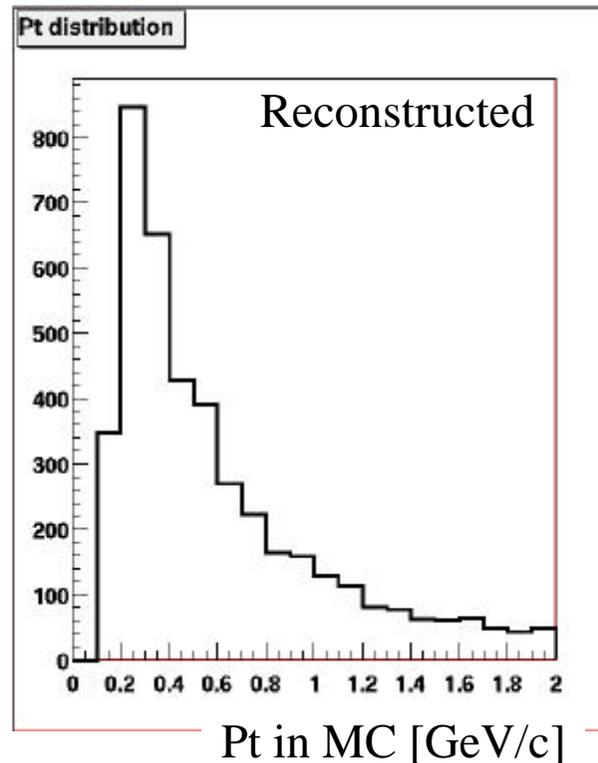
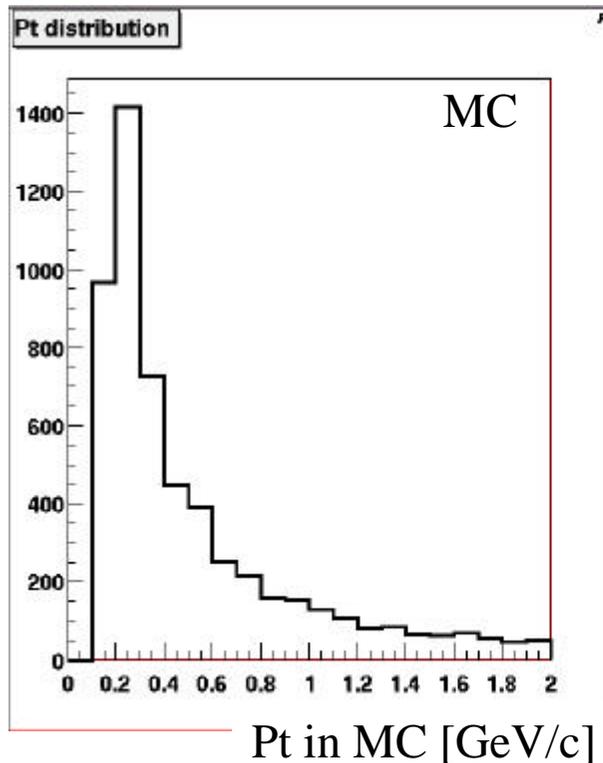
# Current status of tracking software (1)

## Single track を用いた efficiency study

200k single - の PRDFを清道くんに作ってもらった。

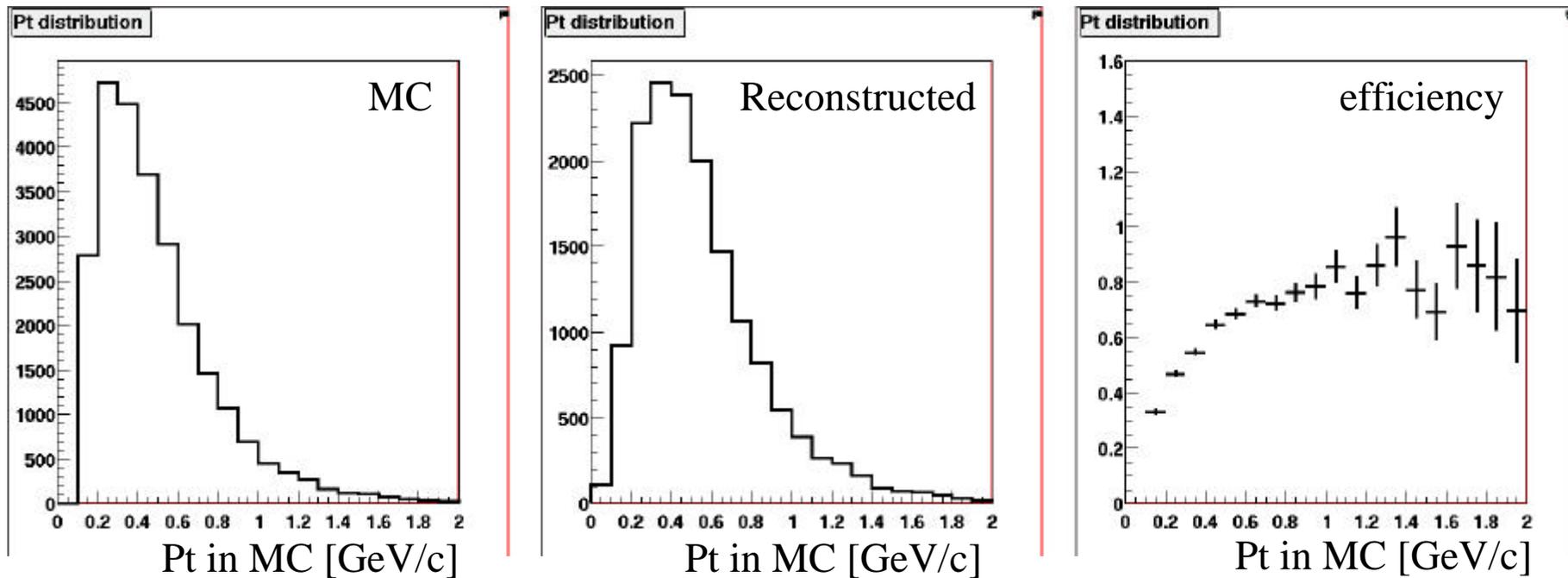
Offset track model を使用。(俗に言うJeffのトラックモデル)

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Tracking 出来た Track の P 分布}}{\text{MC の P 分布 (PC1, PC3, TOFにヒットがあり, Vertexから来ているトラック)}}$$



## Current status of tracking software (2)

Hijing Au+Au Central( $b < 2\text{fm}$ ) 3000 event を使った  
Tracking efficiency study

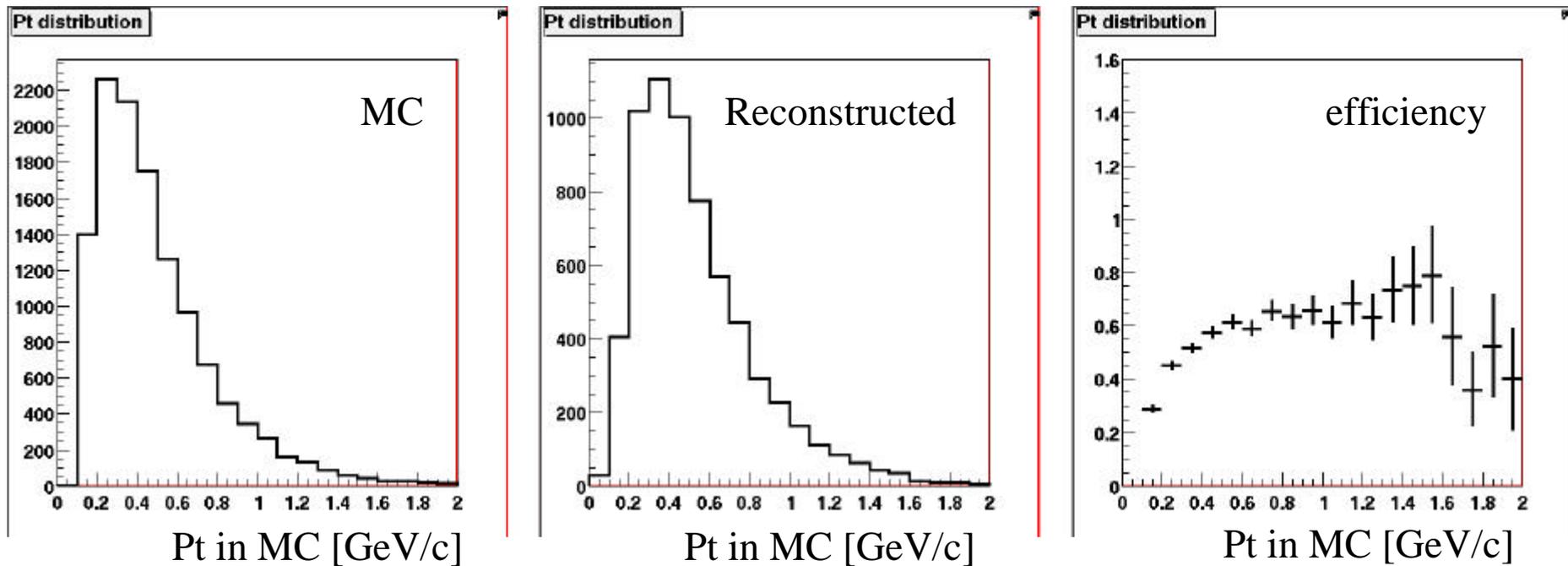


疑問 : なんで High P でも Efficiency = 80% なのだろう。

そこで、Hijing Au+Au Min. Bias イベントで同じものを見てみることにした。

# Current status of tracking software (3)

Hijing Au+Au Min.Bias ( $b < 14\text{fm}$ ) 1800 event を使った  
Tracking efficiency study



Inefficiency は Multiplicity からきていないということだろうか。根が深い問題のようである。  
問題解決への筋道として、

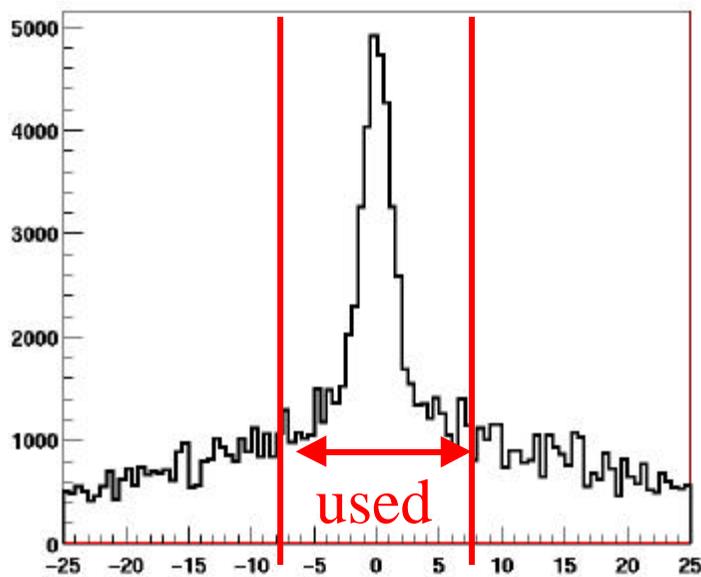
- 大量の Au+Au Min. Bias イベントを用いた systematic study.
- Track Model による違い？

# PID plot の現状 (1)

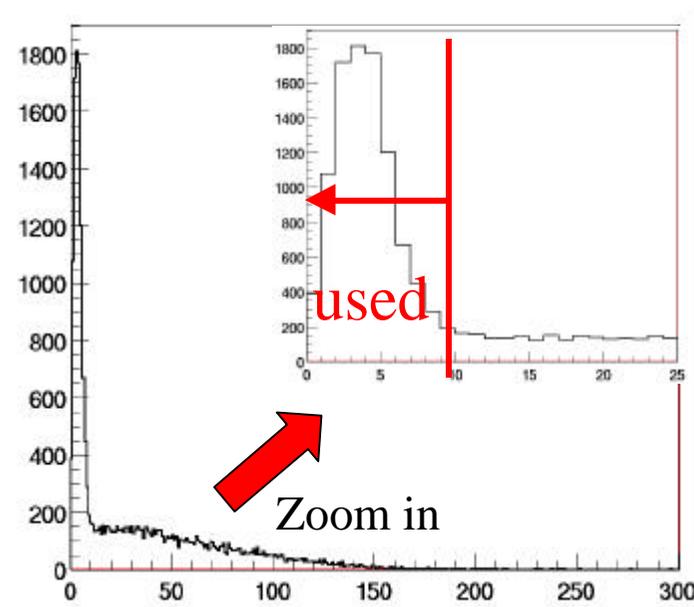
High  $P_t$  で80%、Low  $P$  でも40 - 50%の  
Tracking efficiency がある事がわかった。  
そこで現在のソフトウェア-でどこまでPIDが出来るかに挑戦した。

使ったデータ :: Hijing Au+Au s=200 GeV central 3000 event  
Hijing Au+Au s=200 GeV min. bias 3000 event

Track selection criteria:: Efficiency study と同じものを使用。

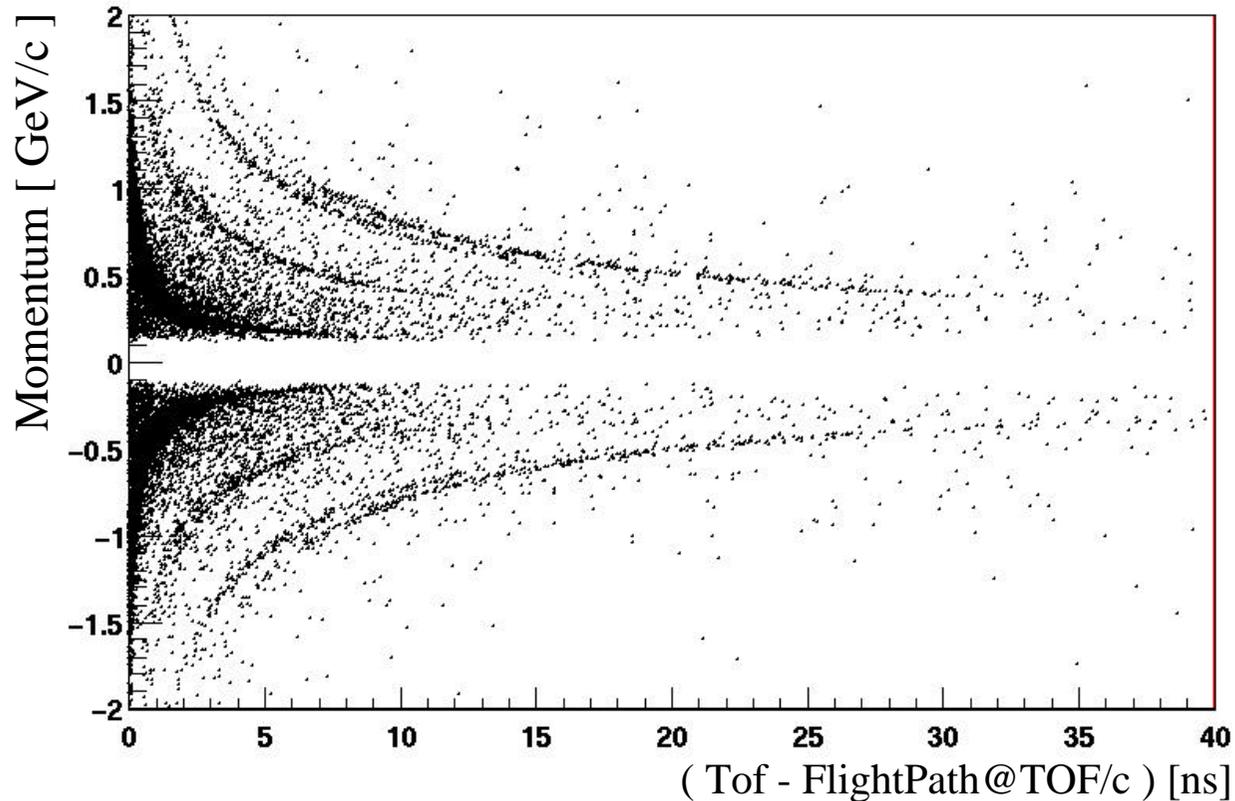


$dz_{vtx} = (Z_{vtx\_MVD} - Z_{vtx\_Track})$  [ cm ]



$dr = (PC3 \text{ hit position} - \text{Tof hit position})$  [cm]

## PD plot の現状 (2)



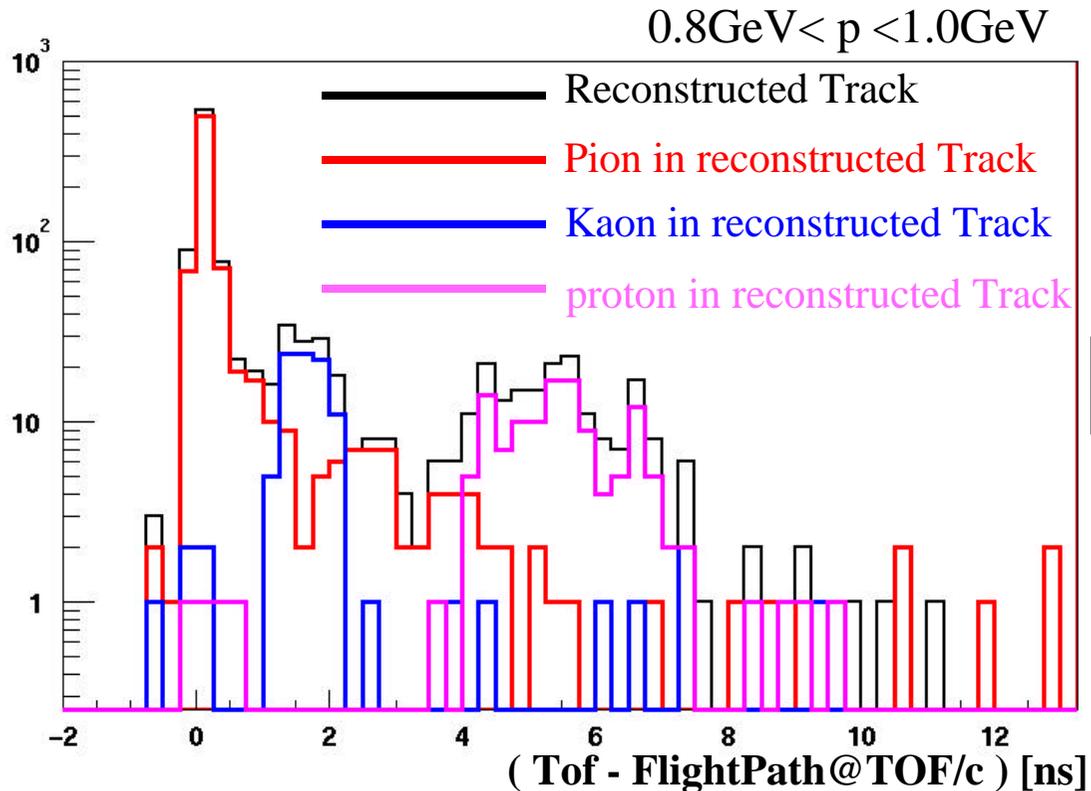
すぐに気がつく問題点と解決に向けての方向。

おや、proton, Anti-proton が二重線に見える？  
恐らくFlight Path を計算するときの問題だと推測できる。  
そこでSingle proton を使って同じように見えるかを試みる。  
現在、清道くんにsingle protonのデータを作ってもらっている。

# PD plot の現状 (3)

またまた沸いてくる疑問。

“ 、K、p 美しく分かれているように見えるけど、それは本当 ”  
pion peak にあるのは本当に pion?  
Kaon peak にあるのは本当に kaon?  
Proton peak にあるのは本当に proton?



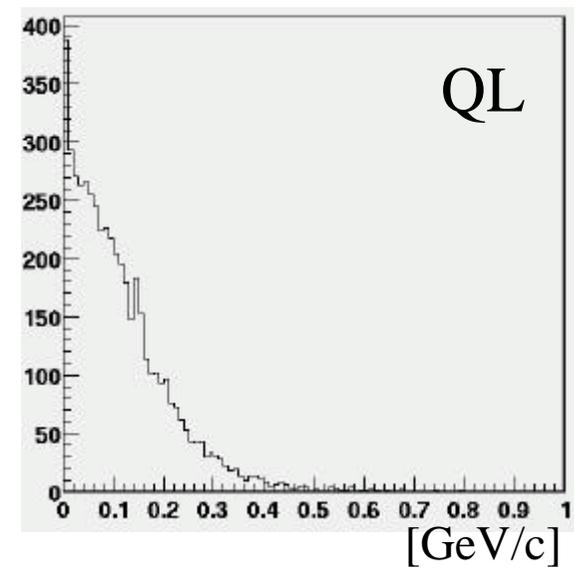
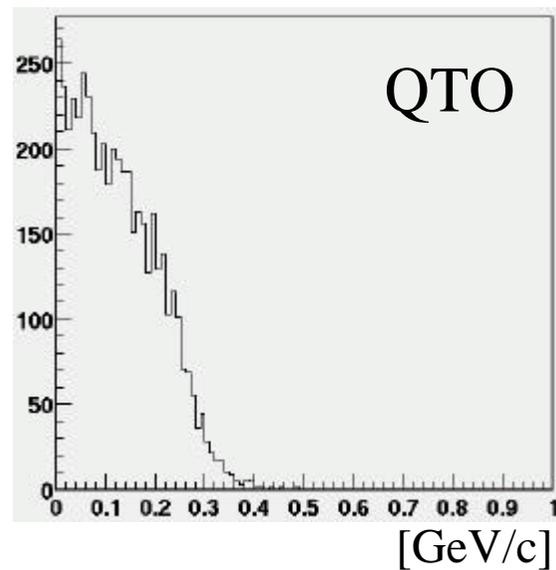
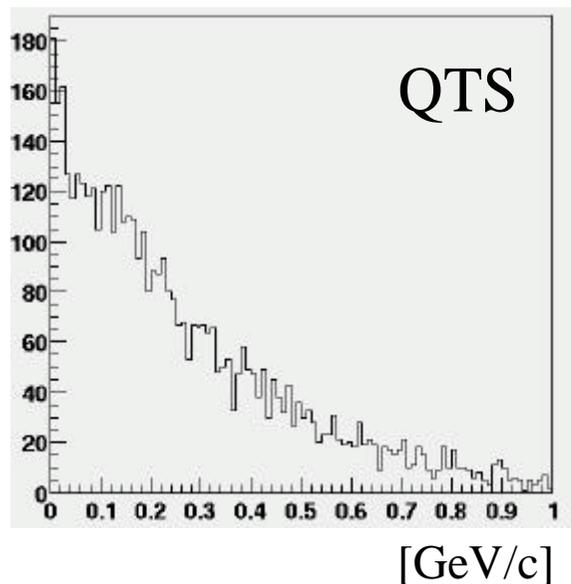
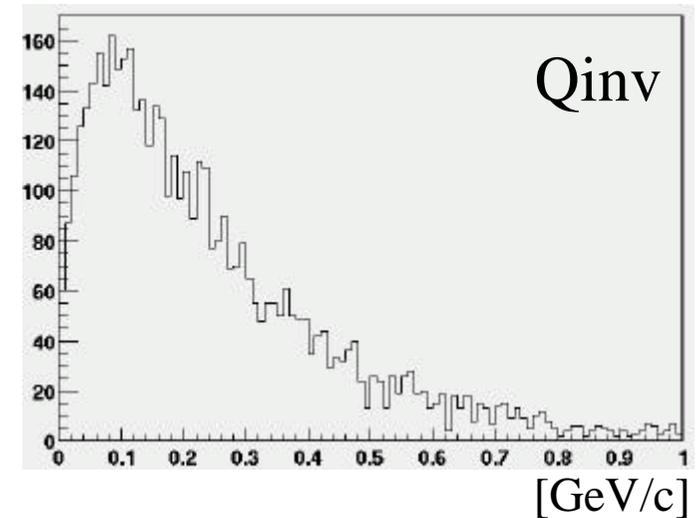
➡ もう少し統計がほしい。  
次のSimulated PRDF production  
に 30 kmin.bias を要求してある。

# Two particle distribution ( おまけ 1 )

Tracking、100%ではないけど出来た。  
PID、出来てそうに見える。

そこで、event sample から  
pion (- )を持ってきて、  
二粒子分布を作ってみる。

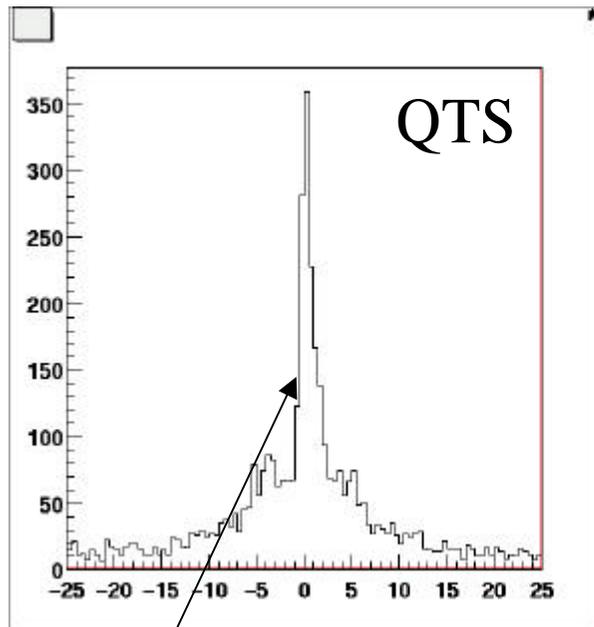
Hijing Au+Au  $s=200\text{GeV}$   
Min. Bias 1800 event 使用。



# Relative momentum resolution (おまけ 2)

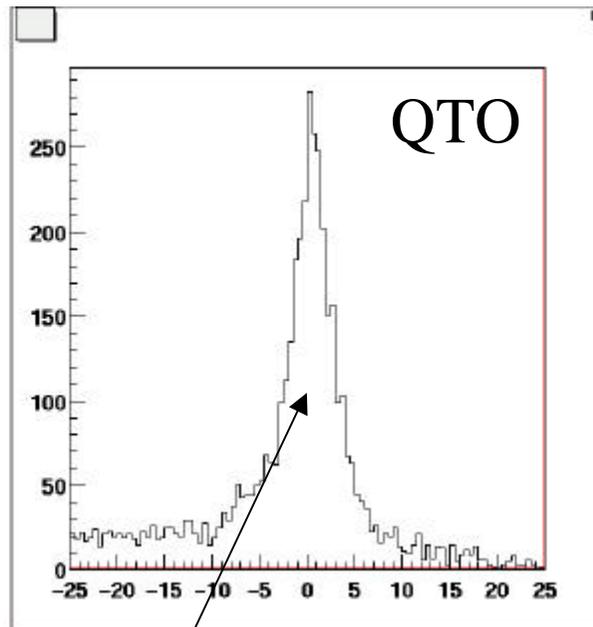
Reconstructed とGenerated(MC) の 3次元運動量差比較

$$Q = (Q_{\text{generated}} - Q_{\text{reconstructed}})$$



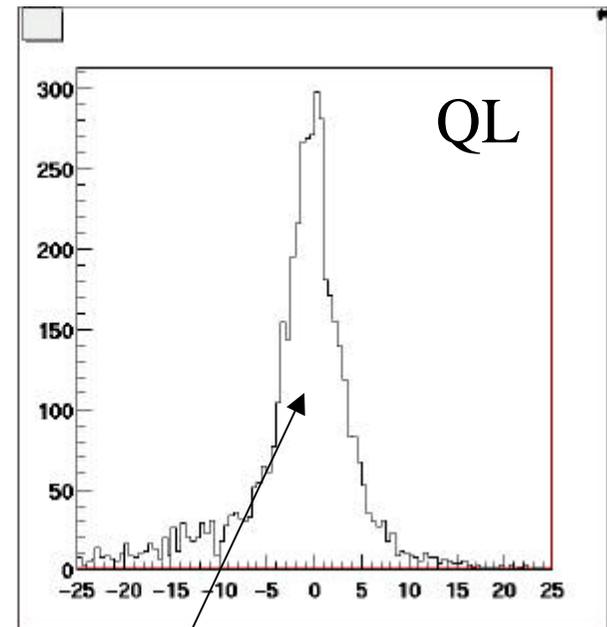
[MeV/c]

= 0.8 MeV



[MeV/c]

= 2.2 MeV



[MeV/c]

= 3.0 MeV

# Summary

---

3月にはまったく動いていなかった Tracking ソフトが良くここまでの状態になったものです。

Tracking efficiency を求めるための一段階目として、Tracking evaluation module を自分で作った。

まだ行っていない事として、Evaluationの結果を Jeff の Evaluation Module と比べる必要がある。この発展形(最終状態)は、Single particle spectra 用の acceptance correction factor を求める tool となる (ことを考えている)

Tracking が出来ているとして、二粒子相関解析用の analysis tool の開発を行ってきた (行っている)。

今後の課題として、二粒子相関解析用 Back ground event を作るためのツールの開発が必要。また、Acceptance correction factor を計算するためのツールも同時に開発していく